

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-150155

(P2001-150155A)

(43) 公開日 平成13年6月5日(2001.6.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル(参考)
B 2 3 K 15/00	5 0 1	B 2 3 K 15/00	5 0 1 A 4 E 0 6 6
	5 0 5		5 0 5
	5 0 6		5 0 6
33/00		33/00	Z
// B 2 3 K 103:10		103:10	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-342637

(22) 出願日 平成11年12月1日(1999.12.1)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 松本 剛

神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株

式会社神戸製鋼所藤沢事業所内

(74) 代理人 100090158

弁理士 藤巻 正憲

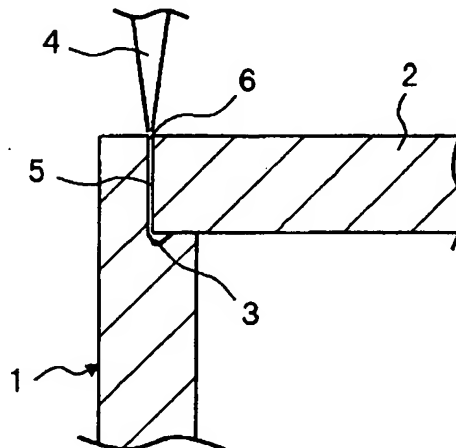
Fターム(参考) 4E066 AB07 BA12 BA13 CA07 CB10

(54) 【発明の名称】 アルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法

(57) 【要約】

【課題】 溶接欠陥がなく、安全性が優れていると共に継ぎ手強度が高いアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法を提供する。

【解決手段】 アルミニウム又はアルミニウム合金板からなる第1部材1及び第2部材2を準備し、第1部材1の端面にL字状の切欠き5を設ける。切欠き5には、その隅部底面に溝3が形成されている。この切欠き5が形成された端面を上方向に向けて第1部材1を垂直に立て、この切欠き5に第2部材2の端部を水平にしてこれを嵌合し、角形継ぎ手を形成する。次に、第1部材1と第2部材2との間に形成された継ぎ手に対して、第1部材1の端面側から電子ビーム4を照射することにより、両者を溶接接合する。このとき、第1部材1の切欠き5が設けられた部分の肉厚を t (mm)、切欠き5の底面の幅を f (mm)とし、溝3の幅を g (mm)、溝3の深さを h (mm)としたとき、 $g \leq 0.4f$ とすると共に $h \leq 0.5t$ とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1部材及び第2部材を、第1部材の端面にL字状の切欠きを設け、前記切欠きに、前記第1部材に対して直角となる方向で前記第2部材の端部を嵌合して配置し、前記第1部材の端面側から両者を電子ビーム溶接する電子ビーム溶接方法であって、前記L字状の切欠きの隅部底面側に、前記隅部に沿う形状の溝を形成し、前記第1部材の端部の肉厚を t (mm)、前記切欠きの底面の幅を f (mm)とし、前記溝の幅を g (mm)、前記溝の深さを h (mm)としたとき、 g を $0.4f$ 以下とし、 h を $0.5t$ 以下とすることを特徴とするアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は角形継ぎ手等の溶接部を電子ビーム溶接するアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法に関し、特に、溶接部の形状が安定して良好であると共に、高接合強度が得られるアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、輸送機材において、低燃費化及び高速化が要求されており、より軽量な構造が採用されるようになってきている。そして、これらの構造物の材料として鉄鋼材の代わりに、軽量であるアルミニウム又はアルミニウム合金材が使用されるようになってきている。以下、アルミニウム又はアルミニウム合金材を総称して、単にアルミニウム材という。このようなアルミニウム材には、その製造方法の違いから圧延材、押出材及び鋳造材等があり、種々の溶接構造物にも使用されている。

【0003】通常、アルミニウム材はアーク溶接を主体とする溶接により接合されて、溶接構造物に組み込まれている。しかしながら、アルミニウム材は、溶接熱による変形、歪み及び残留応力が大きいという性質を有しており、これらの変形、歪み及び残留応力を補修するためのコストが高くなってしまふ等の理由から、アルミニウム材のアーク溶接については、大幅な使用実績を得ることができなかった。

【0004】一方、レーザ溶接法は、そのエネルギー密度が高いことから、高速で、能率が高く、歪みが少ない溶接方法として鋼材等の溶接方法に広く使用されてきている。また、溶接熱の影響による変形及び歪みが少ないので、突合せ溶接又は重ね溶接等の溶接方法を使用して、熱影響を受けやすいアルミニウム材をレーザ溶接法により接合することにより、溶接能率を向上させることが試みられている。

【0005】図7(a)は従来のアルミニウム又はアルミニウム合金材のレーザ溶接方法を示す断面図、(b)切欠き及びその隅部底面の溝のサイズを示す模式図であ

る(特開平10-156564号公報)。従来のレーザ溶接方法は、図7(a)に示すように、アルミニウム又はアルミニウム合金板からなる第1部材101及び第2部材102を準備し、第1部材101の端面にL字状の切欠き105を設ける。この切欠き105には、その隅部底面側に、隅部に沿う形状の溝103が形成されている。そして、切欠き105が形成された端面を上方に向けて第1部材101を垂直に立て、この切欠き105に、第2部材102の端部を水平に配置し、これを嵌合して角形継ぎ手を形成する。次に、第1部材101と第2部材102との間に形成された継ぎ手に対して、第1部材101と第2部材102との間の開先部106から炭酸ガスレーザ104を照射することにより、両者を溶接接合する。

【0006】また、図7(a)及び(b)に示すように、第1部材101の切欠き105が設けられた部分101aの肉厚を t (mm)、第2部材102の端部の肉厚を T (mm)とすると、 t を T の25乃至75%とすることにより、低出力の加工によっても完全な溶融部とし、継ぎ手強度の向上を図っている。また、切欠き105の底面の幅を f (mm)、溝103の幅を g (mm)、溝103の深さを h (mm)としたとき、 $g \leq 0.5f$ とすると共に、 $h \leq 2/3t$ とすることにより、アルミニウム又はアルミニウム合金溶湯を保持する効果、溶け落ちの発生を抑制する効果及び溶接欠陥の発生を防止する効果等の向上を図っている。

【0007】また、電子ビームを熱源として溶接を行う電子ビーム溶接がある。これは、真空中で電子を加速して得られる高速の電子ビームをフォーカス・コイルで拘束してエネルギー密度を高め、母材に当てときの衝撃発熱を利用して行う溶接方法であり、ジルコニウム及びニオブ等の活性金属の溶接の他、合金鋼、ステンレス鋼、アルミニウム及び銅等の各種金属の溶接に利用されている。レーザ溶接は、シールドガス雰囲気にてエネルギーガスが吸収されるが、これに対して、電子ビーム溶接は、真空中で溶接するため、深い溶込みが得られやすい。また、各種溶接熱源の中でもエネルギー密度が最大であるため、高速で溶接でき、熱影響部の幅が狭く、歪が少ない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、アルミニウム材を電子ビーム溶接すると、金属蒸気の影響に起因する不安定なキーホールが形成され、これによりポロシティ欠陥が生じやすい。また、凝固速度がアーク溶接及びレーザ溶接に比べて速いため、ポロシティ欠陥の原因となる気泡が残留しやすいばかりでなく、キーホールの先端となる溶融最深部は溶融時の膨張及び凝固時の収縮が急激に行われる。従って、上述した従来例の形状の切欠きを有するアルミニウム材を使用して、エネルギーが極めて高く、熱影響部の幅が狭い電子ビーム溶接によ

って高速に溶接すると、アルミニウム材の溶接部に凝固割れ欠陥が発生しやすくなるという問題点がある。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、溶接欠陥がなく、安全性が優れていると共に継ぎ手強度が高いアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係るアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法は、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる第1部材及び第2部材を、第1部材の端面にL字状の切欠きを設け、前記切欠きに、前記第1部材に対して直角となる方向で前記第2部材の端部を嵌合して配置し、前記第1部材の端面側から両者を電子ビーム溶接する電子ビーム溶接方法であって、前記L字状の切欠きの隅部底面側に、前記隅部に沿う形状の溝を形成し、前記第1部材の端部の肉厚を t (mm)、前記切欠きの底面の幅を f (mm)とし、前記溝の幅を g (mm)、前記溝の深さを h (mm)としたとき、 g を $0.4f$ 以下とし、 h を $0.5t$ 以下とすることを特徴とする。

【0011】本発明においては、第1部材に切欠きを設けることにより、第2の部材との嵌合位置を正確にして溶接時のズレを抑制し、安定した溶接部を形成することができる。この切欠きサイズについては、第1部材と第2部材とが嵌合可能な大きさであればよく、特に規定しない。また、深い溶込みが得られる電子ビーム溶接では、第1部材に設けられたL字状の切欠きの隅部底面側に、この隅部に沿う形状の溝を形成し、更にその溝の幅及び深さを規定することにより、溶接時に発生してブローホールの原因となる金属蒸気及び水素等を、溝を介して外部に放出することができる。また、この溝によって溶融最深部の拘束力が弱まるため、溶接割れを抑制することができる。

【0012】しかしながら、この溝の幅 g 及び深さ h が0である場合、即ち、溝を形成しない場合は、深い溶込みとなった溶融部において、金属蒸気、水素及びシールドガス等のブローホール並びにポロシティ欠陥の発生源となるガスを外部に排出できないばかりか、溶融最深部では割れが原因となる溶融及び凝固時の拘束力を高めることになるため、欠陥の発生量が増加する。一方、 g が $0.4f$ を超えるか又は h が $0.5t$ を超えると、溶湯の保持力が低下し、溝に保持できなくなった溶湯が溶け落ち、結果としてアンダーフィル又はアンダーカットが発生しやすくなる。従って、切欠きの隅部底面側に形成する溝は、 g を $0.4f$ 以下とすると共に、 h を $0.5t$ 以下とする。

【0013】なお、本発明の継ぎ手形状において、第1部材と第2部材とがなす角度は厳密に直角である必要はなく、実質的に直角であれば、本発明を適用することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は本発明の第1の実施例に係るアルミニウム又はアルミニウム合金材のレーザ溶接方法を示す断面図である。まず、アルミニウム又はアルミニウム合金板からなる第1部材1及び第2部材2を準備し、第1部材1の端面にL字状の切欠き5を設ける。このL字状の切欠き5の隅部底面側には、隅部に沿う形状の溝3が形成されている。そして、この切欠き5が形成された端面を上方に向けて第1部材1を垂直に立て、この切欠き5に、第2部材2の端部を水平に配置し、これを嵌合して角形継ぎ手を形成する。次に、第1部材1と第2部材2との間に形成された継ぎ手に対して、第1部材1と第2部材2との間の開先部6から、電子ビーム4を照射することにより、両者を溶接接合する。

【0015】本発明においては、溶接欠陥がなく、安全性が優れていると共に継ぎ手強度が高い溶接部を得るため、溝3の幅及び深さを規定している。図2及び図3は第1部材1並びにこれに形成された切欠き5及び溝3のサイズを示す模式的断面図である。図2に示すように、切欠き5が設けられている第1部材1の肉厚を t (mm)、切欠き5の底面の幅を f (mm)とし、図3に示すように、切欠き5の隅部底面側に形成されている溝の幅を g (mm)、その溝の深さを h (mm)としたとき、 g を $0.4f$ 以下とし、 h を $0.5t$ 以下とすることにより、溶接欠陥の発生を防止する効果が向上する。

【0016】本実施例によれば、第1部材1に設けられたL字状の切欠き5の隅部底面側に、この隅部に沿う形状の溝3が所定の幅及び深さを有して形成されていると、溶接時に発生してブローホール等の原因となる金属蒸気及び水素等を、この溝3を介して外部に排出することができる。また、この溝によって、溶融最深部の拘束力が弱まるため、溶接割れを抑制することができる。溶接部の形状を良好なものにすることができる。

【0017】なお、本発明において、アルミニウム又はアルミニウム合金材に適用する電子ビーム溶接の溶接条件は特に限定しない。また、溶接材の種類等は、要求される継ぎ手品質を得られる範囲において、適宜変更することができる。特に限定はしない。

【0018】また、本発明は、主にアルミニウム合金押出材同士との電子ビーム溶接に適用されるが、他の種類の形状の部材に対しても適用することができる。

【0019】また、本発明において、溶接姿勢は安全性を確保することができる姿勢であれば特に限定されず、上向き、下向き及び横向きのいずれの姿勢でもよい。

【0020】

【実施例】以下、本発明に係るアルミニウム又はアルミニウム合金材の電子ビーム溶接方法の実施例について、その比較例と比較して具体的に説明する。

【0021】図4は本実施例の継ぎ手形状を示す斜視図である。アルミニウム又はアルミニウム合金材に形成する切欠き5の隅部底面側に形成された溝3の幅 g 及び溝3の深さ h を種々変化させて、図4に示すように、円筒形材12と円形材11とを、上述の方法に従って電子ビーム溶接した。このとき、L字状の切欠き5は円筒形材12に設けた。円筒形材12には、JIS A6063 10 押出形材、肉厚が10mmのものを、また、円形材11には、JIS A5083 10 板材、板厚10mmのものを、夫々所定の形状に加工して使用し、L字状の切欠き5を設けた円筒形材12を垂直に立て、その切欠き5に円形材11を嵌合して、この嵌合部に下向きに電子ビームを照射して溶接した。この電子ビーム溶接には、出力が30kW、溶接電流（電子電流）が100mAの電子ビームを使用し、溶接速度を150cm/分とした。そして、電子ビーム溶接後の溶接部に対して、JIS Z 3105に準じて放射線透過試験を実施すると共に、断面を観察することにより、溶接部の品質を評価した。

【0022】図5は貫通溶込みを得る条件でレーザ溶接した場合の溶接部を示す断面図であり、図6は、縦軸に溝3の深さ h をとり、横軸に溝3の幅 g をとって、図5に示す部分溶込みの場合の溶接金属13の品質評価を示すグラフ図である。但し、図6において、 f 及び t は、夫々アルミニウム円筒形材12に設けたL字状の切欠きの底面の幅 f （mm）及びアルミニウム円筒形材12の端部の板厚 t （mm）である。品質評価方法としては、放射線透過試験によって、溶接金属13の欠陥の発生状況を観察することにより、溶込み状況を評価した。なお、図6において、放射線透過試験の結果が1乃至2級であると共に断面に生じた0.1mm以上の長さの割れが0乃至1個発生したものを良好とし、放射線透過試験の結果が3乃至4級であるか、又は、割れ欠陥が2個以上発生したものを \times として示す。

【0023】図6に示すように、溝3の幅が $0.4f$ （mm）以下であると共に、深さ h が $0.5t$ （mm）以下であると、優れた品質の溶接金属を得ることができた。一方、溝3の幅 g が $0.4f$ （mm）を超えるか又は深さ h が $0.5t$ （mm）を超えると、溶湯の保持力が不十分となった。また、溶湯を保持することができな

くなるので、アルミニウム板材の溶接裏面の溶接形状が乱れて、溶接部の安定性が阻害され、これにより、溶接欠陥が発生した。

【0024】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明方法によれば、第1部材にL字状の切欠きを設け、この切欠きの隅部底面にその幅及び深さを規定した溝を形成することにより、第1部材の切欠きに第2部材を嵌合して電子ビーム溶接をすると、溶接部の形状を向上させると共に、溶接欠陥を防止して安全性に優れ、高い継ぎ手強度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係るアルミニウム又はアルミニウム合金材のレーザ溶接方法を示す断面図である。

【図2】本発明の第1部材のサイズを示す模式図である。

【図3】本発明の切欠部の隅部底面の溝3のサイズを示す模式図である。

【図4】本発明を適用することができる継ぎ手形状の例を示す斜視図である。

【図5】貫通溶込みを得る条件でレーザ溶接した場合の溶接部を示す断面図である。

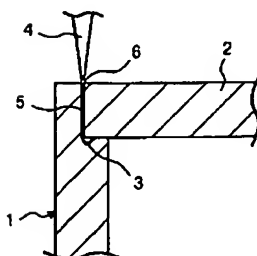
【図6】縦軸に溝3の深さ h をとり、横軸に溝3の幅 g をとって、図5に示す部分溶込みの場合の溶接金属13の品質評価を示すグラフ図である。

【図7】（a）は従来のアルミニウム又はアルミニウム合金材のレーザ溶接方法を示す断面図、（b）は切欠部及びその隅部底面の溝のサイズを示す模式図である。

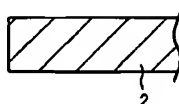
【符号の説明】

- 1、101；第1部材
- 2、102；第2部材
- 3、103；溝
- 4；電子ビーム
- 5、105；切欠き
- 11；円形材
- 12；円筒形材
- 13；溶融金属
- 104；炭酸ガスレーザ

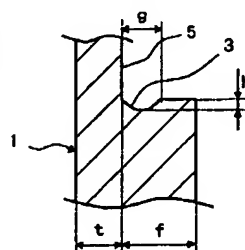
【図1】



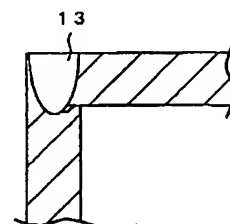
【図2】



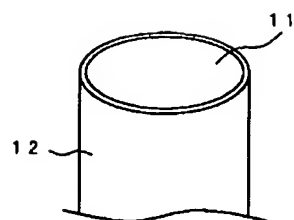
【図3】



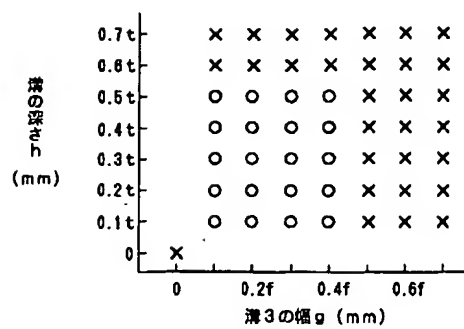
【図5】



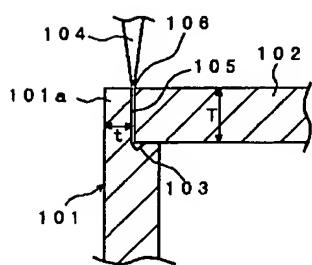
【図4】



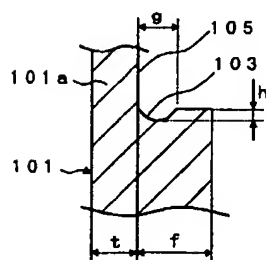
【図6】



【図7】



(a)



(b)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.